

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-052139

(43)Date of publication of application : 21.02.2003

(51)Int.Cl. H02K 1/18
H02K 3/46
H02K 15/02
H02K 15/095

(21)Application number : 2001-239142 (71)Applicant : HITACHI LTD
JAPAN SERVO CO LTD

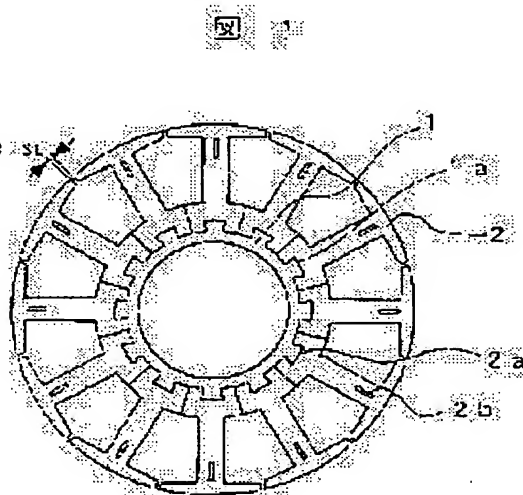
(22)Date of filing : 07.08.2001 (72)Inventor : ENOMOTO YUJI
KITAMURA MASAJI
ABUKAWA TOSHIMI
TAKASHINA YUJI

(54) STEEL CORE, DYNAMO -ELECTRIC MACHINE USING THE CORE,
AND METHOD OF MANUFACTURING THE CORE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a steel core of a dynamo-electric machine which comprises an annular inner circumference core, a rib-shaped core extended radially from the inner circumference core, and an outer circumference core composed of pole teeth arranged annularly on the outer circumference of the rib-shaped core, has a mechanical strength equivalent to that of a steel core which is punched out integrally, and can withstand large torques, even when the core is divided into core blocks for the respective poles in order to improve a winding space factor.

SOLUTION: A steel core having a specified structure is divided into a plurality of core blocks. A cylindrical housing is provided inside the inner circumference core, and the cylindrical housing and the inner circumference core are engaged with each other with protrusions and recesses formed on them respectively. The divided core blocks are coupled mechanically with each other due to the thermal expansion → contraction action (or thermal contraction → expansion action) of the cylindrical housing and the assembly gaps between the divided core blocks are eliminated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's
decision of rejection]
[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]
[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-52139
(P2003-52139A)

(43) 公開日 平成15年2月21日 (2003.2.21)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
H 0 2 K 1/18		H 0 2 K 1/18	C 5 H 0 0 2
3/46		3/46	B 5 H 6 0 4
15/02		15/02	D 5 H 6 1 5
15/095		15/095	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-239142(P2001-239142)

(22) 出願日 平成13年8月7日 (2001.8.7)

(71) 出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000228730
日本サーボ株式会社
東京都千代田区神田美土代町7

(72) 発明者 根本 裕治
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 100068504
弁理士 小川 勝男 (外1名)

最終頁に続く

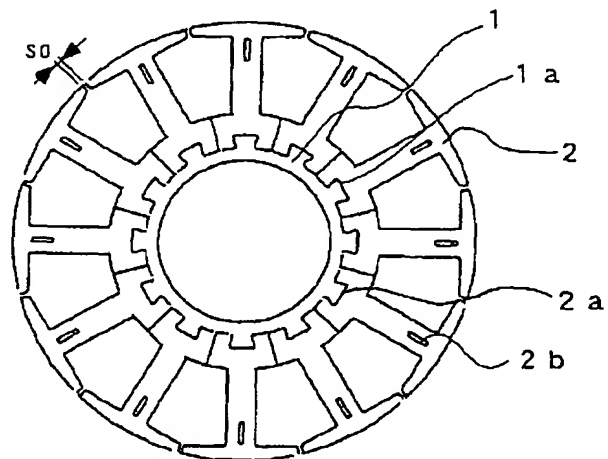
(54) 【発明の名称】 鉄心コアおよびそれを用いた回転電機、ならびにその製造方法

(57) 【要約】

【課題】環状に形成された内周コア部と、前記内周コア部から放射状に延出されたリブ状コア部と、前記リブ状コア部の外周に磁極歯部分を環状に形成した外周コア部とを有する鉄心コアを備えた回転電機において、巻線占積率を向上するための施策として、コアをその極毎に分割した場合でも、一体で打ち抜きされた鉄心コアと同等の機械的強度を保ち、高トルクに耐え得る鉄心コアを提供する。

【解決手段】前記課題の項で構造を特定した鉄心コアにおいて、この鉄心コアを、複数のコアブロックに分割し、内周コア部の内側に筒状のハウジングを配置して、この筒状ハウジングと前記内周コア部とを、その両者に形成した凹凸係合部を介して係止して、前記筒状ハウジングの熱膨張→収縮作用（あるいは熱収縮→膨張作用）により分割コアブロック同士を機械的に結合し、分割コアブロック間の組立隙間を無くす。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】 環状に形成された内周コア部と、前記内周コア部から放射状に延出されたリブ状コア部と、前記リブ状コア部の外周に磁極歯部分を環状に形成した外周コア部とを有する鉄心コアにおいて、

前記鉄心コアを、複数のコアブロックに分割し、前記内周コア部の内側に筒状のハウジングを配置して、この筒状ハウジングと前記内周コア部とを、その両者に形成した凹凸係合部を介して係止して、前記筒状ハウジングの熱膨張→収縮作用（あるいは熱収縮→膨張作用）により分割コアブロック同士を機械的に結合し、分割コアブロック間の組立隙間を無くしたことを特徴とする鉄心コア。

【請求項2】 請求項1に記載の鉄心コアにおいて、筒状ハウジングの熱変形として、焼嵌めにより分割コアブロック同士を機械的に結合し、分割コアブロック間の組立隙間を無くしたことを特徴とする鉄心コア。

【請求項3】 請求項1に記載の鉄心コアにおいて、筒状ハウジングの熱変形として、冷嵌めにより分割コアブロック同士を機械的に結合し、分割コアブロック間の組立隙間を無くしたことを特徴とする鉄心コア。

【請求項4】 請求項1～3のいずれか1項に記載の鉄心コアにおいて、磁極間の隙間であるスロットオープンが、スロットに巻線される電線径よりも小さいことを特徴とする鉄心コア。

【請求項5】 請求項1～4のいずれか1項に記載の鉄心コアにおいて、外転型モータの固定子コアの両端をカットし、かつ回転子形状も磁極毎に平坦になるよう多角形状としたことを特徴とする鉄心コア。

【請求項6】 請求項1～5のいずれか1項に記載の鉄心コアを備えた回転電機。

【請求項7】 請求項1～5のいずれか1項に記載の鉄心コアを製造するに際し、分割コアブロック単位で磁極に巻線することを特徴とする鉄心コアの製造方法。

【請求項8】 請求項1～5、または7のいずれか1項に記載の鉄心コアを製造するに際し、ハウジング材料を外転型モータの分割固定子コアブロックに対して、ダイキャストまたはアウトサートモールドにより取り付けることを特徴とする鉄心コアの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えばファン駆動用、ディスク駆動用として使用される回転電機のコア構造に関する。

【0002】

【従来の技術】 内転型モータの固定子構造としては、巻線占積率を向上するための施策として、コアをその極毎に分割し、そのコア同士をレーザ溶接により締結する、または、コアの外周に位置する円筒状のハウジングに圧入、焼嵌めを行うといった技術が主流であった。

【0003】 これに対し、外転型モータの固定子においては、環状に形成された内周コア部から放射状に延出したリブ状コア部の外周に磁極歯部分（ティース）を環状に形成し、その外周部分で磁石回転子との磁気的なギャップを形成する構造のため、コアの外周部分でコア同士の締結を行うことは困難で、また、筒状ハウジングのような部材をコア外周部から焼嵌め、圧入することもできない。

【0004】 ここで、従来内転型モータで採られている分割コア工法を外転型モータに適用した場合を考える。すなわち、焼嵌めをひっくり返して考えると、ハウジングを内周部に配置し、そのハウジングをコア側に向かって応力をかけるものと考えられる。これは、すなわち、ハウジングの冷嵌めを意味し、液体窒素などで常温からマイナスの温度差を与えたハウジングをコアの内周部に配置し、そのハウジングが常温に戻ることで膨張し、コアに向かって応力を与えるものである。しかし、これは周方向に分割されたコアに外周に向かう方向に応力を加えても径方向に広がるだけで締結できない。

【0005】 このようなことから、外転型モータの固定子や、巻線型直流モータの回転子などでは、コアを分割して組み立てる分割コア工法の採用が困難であった。

【0006】 なお、外転型モータの固定子コアを分割した構造に関する従来技術は、例えば特開平10-94230号公報、特開平11-252844号公報に記載されている。これら従来技術による固定子構造は、固定子コアのヨーク部分とティース部分を分割し、互いにあり形状の凹凸部分を有し、そのあり同士を組み合わせるというものである。しかし、前記従来技術による分割コア工法は両者とも、ヨークとティースの締結は圧入のみになってしまい、製品としての機械的強度が弱く、モータとしてティース先端にトルクの反力を受けることを考えると、大きいトルクのモータには使用できないという問題があった。

【0007】 また、似た構造の従来技術として特開平7-203644号公報がある。これは、巻線される固定子ではなく、内転型モータの回転子の構造に関するものであり、回転子の内部に配置される磁石を保持するあり形状を有する磁極片と非磁性体の支持部で構成される。ただし、この構造も単なる圧入でのコア固定となっており、接着剤の使用もしないと明記されており、この構成によれば、磁石に遠心力を受けるため、高回転、高トルクに対応できない。

【0008】 さらに別の例として、特開2000-152528号公報に示されるように、連結コアを用いる方法がある。これは、ティースの先端を細くつないでおき、連結して直線状に打ち抜きされたコアを巻線後に円形に組み立てるというもので、最終的には端部1箇所を何らかの方法で締結する必要がある。この例では、接続ピンで止める方法が記されており、溶接などでも止めら

れる。しかし、この方法では、磁極間が磁性体によって接続されているために磁極間に漏れ磁束が発生し、モータの効率を著しく低下させる。また、接続されている部分の幅も機械的に十分な幅をとることができないため、機械的にも強度不足を生じ、高トルクモータとしては不十分である。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、環状に形成された内周コア部と、前記内周コア部から放射状に延出されたリブ状コア部と、前記リブ状コア部の外周に磁極歯部分を環状に形成した外周コア部とを有する鉄心コアを備えた回転電機において、巻線占積率を向上するための施策として、コアをその極毎に分割した場合であっても、一体で打ち抜きされた鉄心コアと同等の機械的強度を保ち、高トルクに耐え得る鉄心コアを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】前記課題は、環状に形成された内周コア部と、前記内周コア部から放射状に延出されたリブ状コア部と、前記リブ状コア部の外周に磁極歯部分を環状に形成した外周コア部とを有する鉄心コアにおいて、前記鉄心コアを、複数のコアブロックに分割し、前記内周コア部の内側に筒状のハウジングを配置して、この筒状ハウジングと前記内周コア部とを、その両者に形成した凹凸係合部を介して係止して、前記筒状ハウジングの熱膨張→収縮作用（あるいは熱収縮→膨張作用）により分割コアブロック同士を機械的に結合し、分割コアブロック間の組立隙間を無くすことによって達成される。

$$\phi D > \phi d$$

の関係を持つ。このときの温度の条件はもちろん

$$T > t$$

であり、ハウジング1の焼嵌め前の室温 $t^{\circ}\text{C}$ での寸法は

$$\phi D / \{ \alpha (T - t) \} < \phi d$$

となる。すなわち、焼嵌め後のハウジング1は内周方向に収縮し、もとの寸法に戻ろうとする応力を与えつつけることになるため、分割されたコア2を内径側へ向かって引き寄せる効果をもつ。この効果によりコア同士を締結することが可能となる。

【0016】次にこの分割された固定子コア2の組立方法を図3を用いて説明する。まず、珪素鋼板などのモータコア材料から、(a)図に示すように、コア2を分割された形状に打ち抜き、(b)図に示すように積層する。この積層方法は、一般的にかしめ（(b)図の符号2bがコアかしめ部）を用いる方法や、コア2の端部をレーザーなどの手段によって溶接して積層する方法がある。コア2を分割して打ち抜くことによって、一体コアを材料から打ち抜く場合よりも高歩留りで打ち抜くことができる。本実施例のモータにおいての試算では、一体物の打ち抜きの場合歩留りが30%程度であるの対

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

【0012】図1には、外転型モータ固定子の基本的な構造を示す。

【0013】図1においては、外転型モータの固定子コア2を、円周方向に複数に分割する構造を有し、その分割された固定子コア2のそれぞれに、内周側にあり形状の凹形状の嵌合部2aを設け、また、そのコア2の内周部に配置される円筒状のハウジング1に、コア2側と嵌合可能な凸形状の嵌合部1aを設けた構造とする。

【0014】図2に、外転型モータの分割固定子コア2とハウジング1の組立を説明する斜視図を示す。

【0015】ハウジング1は、コア2への焼嵌め組立を行うものとし、焼嵌め前にハウジング1のみ加熱炉などの手段を用いて温度を上昇させ、常温の固定子コア2よりも高い温度を保ったまま、固定子コア2に焼嵌めする。この例では、ハウジング1の材料を高膨張材料のアルミニウムとしている。ハウジング1の材料は、固定子コア2の材料である鉄よりも線膨張係数が大きく、比較的機械的強度の高いものが望ましく、たとえばアルミニウム合金、亜鉛合金、銅合金、マグネシウムなどが適しているがこの限りではない。また、先の条件を満たすものであれば樹脂でも可能である。この焼嵌め時の、ハウジング1の径は、 $T^{\circ}\text{C}$ に温度上昇させたときのハウジング1の内径寸法を ϕD とし、ハウジング1の材料の線膨張係数を α （アルミの場合 $31 \times 10^{-6} (1/^{\circ}\text{C})$ ）としたとき、焼嵌め後に室温 $t^{\circ}\text{C}$ 戻ったときのハウジング1の内径は ϕd となり、

$$[\text{式 1}]$$

$$[\text{式 2}]$$

$\phi D / \{ \alpha (T - t) \}$ となり、それぞれの関係は

$$\phi D / \{ \alpha (T - t) \} < \phi d \quad [\text{式 3}]$$

し、分割した場合には60%程度と約2倍の歩留りで打ち抜きすることができた。次にこのコア2に、巻線とコア2の絶縁を確保するため、(c)図に示す形状の絶縁ボビン3a、3bを取り付ける。絶縁ボビン3a、3bには一般的に樹脂材料が用いられ、ナイロン、PBT、PET、PPS、LCPなどが多く用いられる。テープ状の絶縁紙を巻きつけたり、切り貼りすることも可能である。また、この絶縁は、樹脂とコア2のインサート成形によるものや、コア2にエポキシなどをコーティングする方法を用いてもよい。コア2を分割したことで、巻線する部分が外側となるため、前述した絶縁手段を自由に選んで処理することが可能となる。絶縁処理されたコア2は、(d)図に示すように、巻線機にセットされ、巻線を行う。この例では、コア2のハウジング（図1の符号1）との嵌合部分（図1の符号2a参照）を利用して、巻線機コア保持部6にコア2を十字状にセットし、

巻線機のフライヤーム5の作業スペースを広く取りながら整列巻線を施す。これにより、コア2のスロット面積に対して極限まで電線(コイル)4を詰め込んだ高占積率巻線が可能となる。次にこの巻線を施したコイル4を組立治具7にセットする工程を(e)図に示す。12スロットモータにおいて3相の巻線を施す場合、4個のコイルで一相分となる。このコイルをモータの極数に合わせた配置で組立治具7にセットする。(e)図に示す配置は10極モータの場合の配置を表すもので、配置の仕方により8極など、別の極数にも対応可能である。この場合も巻線機での保持と同様に、コア2のハウジング(図1の符号1)との嵌合部分(図1の符号2a参照)を利用して、組立治具7でコア2を保持する。3相分のコイルを組立治具7で保持している状態が(f)図である。このように保持した状態で(g)図のようにハウジング1を挿入し、ハウジング1の挿入と同時に組立治具7を抜き去ることにより、分割された固定子コア2の組立を行う。

【0017】この組立時にハウジング1が円周方向すべて均一に収縮することで固定子コア2の組立精度が向上する。固定子コア2の組立精度を確保しながら当該固定子コア2を組み立てる方法を図4に示す。ハウジング1を焼嵌めする際に、固定子コア2の外周部をテーパのついたコレットチャック9によって拘束する。その外側にさらに、内周部がコレットチャック9のテーパと同角度のテーパを持つコレットチャックホルダ8をかぶせ、ハウジング1の収縮と同時に径方向の拘束を行う。コレットチャック9の外側にコレットチャックホルダ8をかぶせ、押さえつけることで内周方向に均等に応力がかかり、ハウジング1の収縮と併せてコア2を均一に収縮させる。これにより、固定子コア2の外径の真円度、寸法などの精度を保ちながら組立を行うことができる。

【0018】分割固定子コア2とハウジング1の焼嵌め前後の寸法関係を図5に示す。嵌合部の寸法関係は、ハウジング1が焼嵌め前に熱によって膨張している状態において、嵌合部1aと2a間に組立のための隙間g1およびg2を有する。すなわち、ハウジング1が膨張した状態において、コア2の嵌合部2aの凹部の幅よりもハウジング1の嵌合部1aの凸部の幅が小さく、もちろん嵌合部1a、2aの高さ寸法もコア2の嵌合部2aの凹部の高さよりもハウジング1の嵌合部1aの凸部の高さが小さく、さらにコア2の内径よりもハウジング1の外径寸法が小さいといった寸法関係をもつ。これにより、焼嵌めをする際にも組立のために必要な隙間が確保されることになり、組立性が向上する。この寸法関係を保ちながら、なおかつ、その組立隙間は、あり形状の角度を θ とし、焼嵌め後にハウジング1が収縮することによって収縮する量を x としたときに $x \cos \theta$ 以下となるような関係を持つことでコア2、2…同士の高強度締結を行う。このとき、隣りあうコア2、2ア間の機械的ギャッ

プ gk' も無くなるので、磁気的に見ても結合され、モータとしての特性向上が期待できる。

【0019】図6は別の実施の形態を説明する図であり、コア2の内側に位置するハウジング1を冷嵌めし、冷嵌め後、ハウジング1がコア2に対して外周方向の応力をかけるというもので、なお(a-1)図、(b-1)図、(c-1)図はそれぞれコア2を分割された状態に打ち抜く説明図である。また、(a-2)図、(b-2)図、(c-2)図はそれぞれコア2をハウジング1によって締結している状態を示している。

【0020】そして、(a)図では、周方向に複数に分割したコア2、2…の形状として、その一侧に、隣りあうコアが外周方向に対して飛び出さないための保持部2cを設けたものであって、この構造により、コア2の内側のハウジング1が膨張した場合に、コア2、2…同士が径方向に飛び出すのを防止し、なおかつ、コア2、2…間の反力で当該コア2、2…同士の高強度締結を行うことができる。

【0021】(b)図は、隣りあうコア同士が嵌合部で仮に締結され、圧入、嵌めあいによって組み立てられているものに、ハウジング1を冷嵌めし、その外周方向への膨張でコア2、2…間の隙間を無くす構造である。

【0022】(c)図は、ティース21とヨーク部22をさらに分割し、ヨーク部22を6分割、ティース部21を12分割した例である。ヨーク部22は積層方向一層、または複数層ごとに周方向に60度位置をずらして、レンガ状に積み重ねる。そのヨーク部22にティース21を軸方向に挿入することによって、ティース21の嵌合部は圧入部aと挟まれ部bを軸方向で繰り返す構造となり、この複雑に絡み合ったコア2の内周部にハウジング1を冷嵌めすることにより挟まれ部bがかみ合い、隙間無く締結できる。

【0023】このように、本実施例によれば、環状に形成された内周コア部と、前記内周コア部から放射状に延出されたリブ状コア部と、前記リブ状コア部の外周にティース部分を環状に形成した外周コア部とを有する鉄心コアを備えた回転電機において、コア形状の自由度が大きくなり、スロットオープニングは巻線する電線の径に関係なく細くすることができ、巻線占積率の向上もできる。また、占積率を向上できるために、コイル抵抗を小さくでき、さらに、電線間の熱伝導率も向上するのでモータの温度特性も向上できる。このようなことから、モータ設計は限界設計が可能となり、小型化、高効率化が可能となる。

【0024】なお、前記構成によれば、巻線による磁束密度が向上するため、ティース先端部で磁気飽和が発生したり、回転子磁石による減磁が発生したりするが、この問題に対しては、コア形状の設計自由度が大きいことで対応が可能となる。図7にこの2つの対策の例を示す。ティース先端部で磁気飽和が発生する点に関して云

えば、ティースコアの先端部形状は、スロットオープニングs oを極小またはゼロにしたまま、ティース両端部の面取り、またはR付けなどのカットを行う。また、同時に回転子磁石の形状を多角形状として、ティース両端面に発生する減磁作用を和らげることができ、巻線占積率向上とコア形状によって充分なトルクを得ることができる。

【0025】図8は、ハウジングの形状、製造手順を示す説明図である。ハウジング1は複雑な形状であり、その寸法精度もある程度要求される。材料は前述したように高熱膨張の金属合金、樹脂材料が好ましい。(a)図に示す形状の場合、機械加工による成形方法があり、機械加工による成形方法は精度の高いものが得られる。また、ダイキャストによる成形方法が考えられる。ダイキャストによる成形方法は、コアの軸方向のストッパ部分も同時に作成することが可能であるため、非常に有効な成形方法のひとつである。

【0026】また、(b)図のように、軸方向に同一形状とすることでワイヤ放電加工による製造が可能である。ワイヤ放電加工による製造方法は、NCにより無人加工ができることと、精度が高いことが特徴である。また、(b)図に示す構造のものは、アルミなどのやわらかい材料に関して押出成形、引拔成形も可能で、安価に面粗さの良質なものができる。

【0027】さらに(c)図は、筒状ハウジング1を固定子コア2に直接取り付けする方法を示す。固定子コア2を金型にセットし、内径部拘束金型18、およびその周辺を拘束する金型の上部に、ハウジング1の材料を注入するプランジャ17を配置する。プランジャ17の上部には、ハウジング材料を押し出すシリンダ20、ピストン19が配置され、金型の中にある固定子コア2にハウジング材料を押し出し成形、射出成形する。このとき、高温で溶融したハウジング材料をコア2に直接付けるため、そのハウジング材料の温度が低下する時に内周側への応力を発生させ、コア2、2…同士の高強度締結を行い、隣りあうコア2、2ア間の機械的ギャップも無くなる。ハウジング1の材料にはアルミ、亜鉛、マグネシウム、さらにはアウトサートモールド成形による樹脂材料などを挙げることができる。

【0028】前記した固定子コア構造を有するモータの全体構成について説明する。一例を図9に示す。固定子コア2に焼嵌めされたハウジング1の内周部にベアリング28を配置し、モータ軸25を配置する。モータ軸25の端部にはカップ形状の回転子コア16が結合され、回転子コア16の内周部の、固定子コア2と対向する部分には回転子磁石15を接着などの方法で取り付ける。モータのベース部分26とハウジング1の結合は圧入、ねじ止め、焼嵌め、などによって固定し、固定子コア2

とベース26間には制御基板27を配置する。

【0029】なお、図示実施例においては、本発明を、外転型モータの固定子に適用した場合について例示したが、これ以外に、巻線型直流モータの回転子、さらには発電機に対して適用することもできる。

【0030】

【発明の効果】本発明によれば、環状に形成された内周コア部と、前記内周コア部から放射状に延出されたリブ状コア部と、前記リブ状コア部の外周にティース部分を環状に形成した外周コア部とを有する鉄心コアを備えた回転電機において、巻線占積率を向上するための施策として、コアをその極毎に分割した場合であっても、一体で打ち抜きされた鉄心コアと同等の機械的強度を保ち、高トルクに耐え得る鉄心コアを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施形態において、外転型モータ固定子の基本的な構造を示す図である。

【図2】本実施形態において、外転型モータの固定子コアとハウジングの組立を説明する斜視図である。

【図3】本実施形態において、外転型モータ固定子の組立手順を示す説明図である。

【図4】本実施形態において、外転型モータの分割固定子コアとハウジングの組立を行う場合の、固定子外径の精度向上化を図る一例を示す説明図である。

【図5】本実施形態において、外転型モータの分割固定子コアとハウジングの焼嵌め前後の寸法関係を示す説明図である。

【図6】外転型モータの分割固定子コアをハウジングによって締結する場合の別の実施の形態を示す説明図である。

【図7】分割固定子コアを装着した外転型モータが弊害とする減磁を防止する例を示す説明図面である。

【図8】ハウジングの形状、製造手順を示す説明図である。

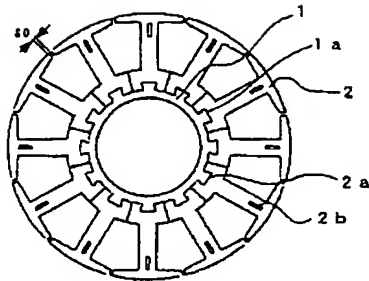
【図9】モータを組み立てた後のモータ形状を示す図である。

【符号の説明】

1…ハウジング、1a…コア嵌合部、2…固定子コア、2a…コア嵌合部、2b…コアかしめ部、2c…保持部、s o…スロットオープニング、3a、3b…絶縁ボビン、4…電線(コイル)、5…巻線機フライヤ、6…巻線機コア保持部、7…組立治具、8…コレットホルダ、9…コレットチャック、15…回転子磁石、16…回転子コア、17…プランジャ、18…内径保持金型、19…ピストン、20…シリンダ、25…モータ軸、26…ベース、27…制御基板、28…ベアリング、29…カラー。

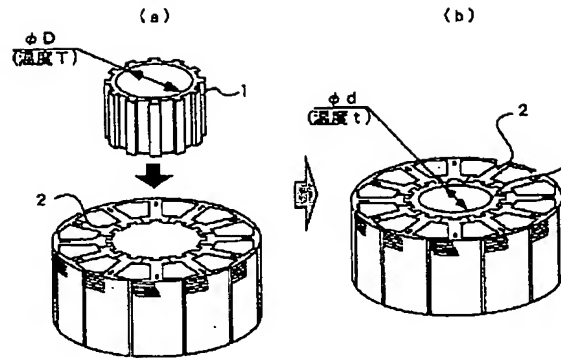
【図1】

図 1



【図2】

図 2

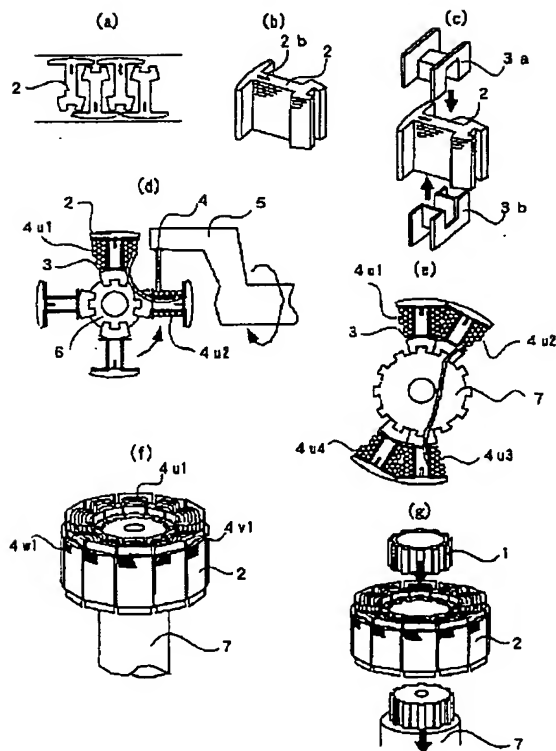


$$\begin{aligned} \phi D &\geq \phi d \\ D / \{ \alpha (T - t) \} &< \phi d < \phi D \end{aligned} \quad \begin{array}{l} \text{(式1)} \\ \text{(式2)} \\ \text{(式3)} \end{array}$$

(α : 物質の線膨張係数)

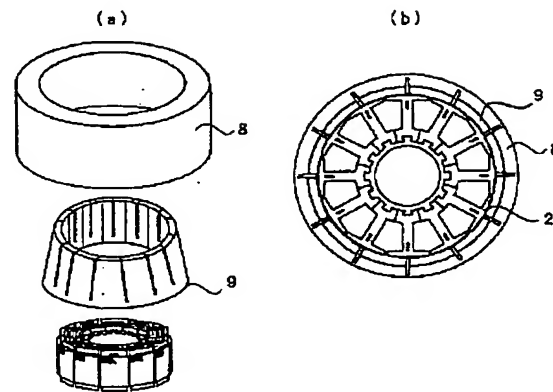
【図3】

図 3



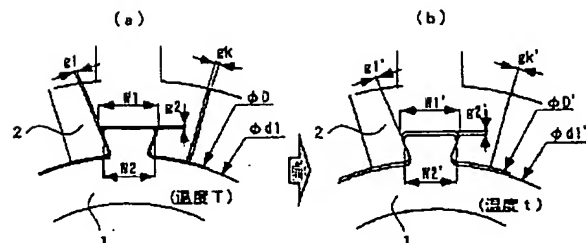
【図4】

図 4



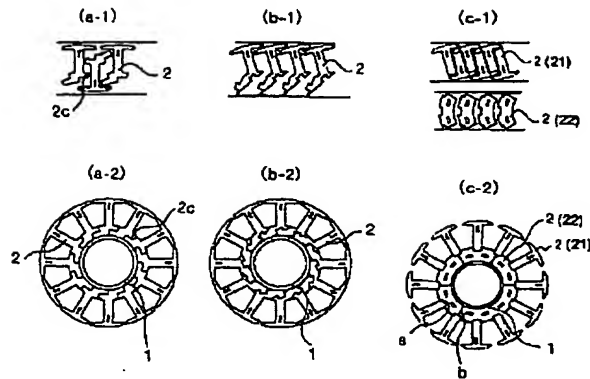
【図5】

図 5



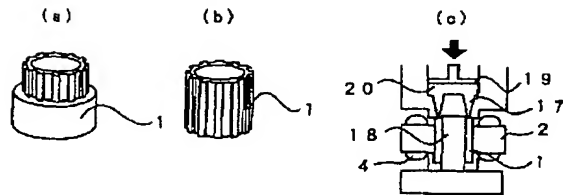
【図6】

図 6



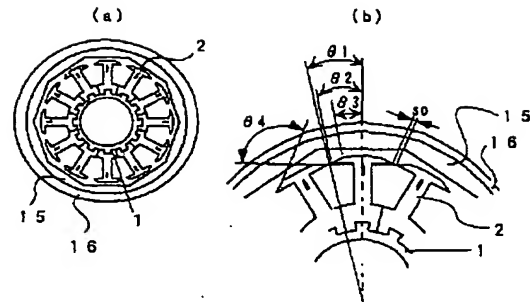
【図8】

図 8



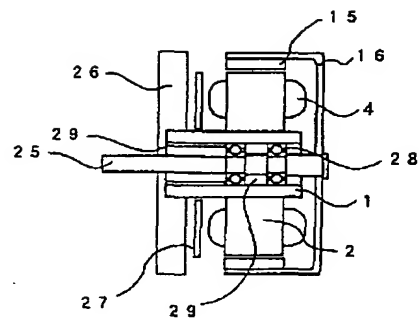
【図7】

図 7



【図9】

図 9



フロントページの続き

(72)発明者 北村 正司
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内
(72)発明者 虻川 俊美
東京都千代田区神田美土代町7番地 日本サーボ株式会社内

(72)発明者 高階 祐二
東京都千代田区神田美土代町7番地 日本サーボ株式会社内
Fターム(参考) 5H002 AA07 AB06 AC02 AC06 AE08
5H604 AA08 CC01 CC04 CC14 PD02
QA01 QA08 QB01 QB13 QB17
5H615 AA01 BB16 PP01 PP08 PP13
SS03 SS05 SS16 SS19